

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

003230557

WPI Acc No: 1981-91116D/198149

Gas metal arc welding control - esp. to maximise arc stability, puddle control and deposition rate in spray transfer mode

Patent Assignee: DIMETRICS INC (DIME-N)

Inventor: KIMBROUGH A G; ROTHERMEL R R; VIRI D P

Number of Countries: 004 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
US 4301355	A	19811117				198149 B
GB 2081478	A	19820217	GB 8119779	A	19810626	198207
JP 57052574	A	19820329	JP 81121769	A	19810803	198218
CA 1152162	A	19830816				198337
GB 2081478	B	19840613				198424
JP 88025868	B	19880527				198825

Priority Applications (No Type Date): US 80175357 A 19800804

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

US 4301355	A	12		
------------	---	----	--	--

Abstract (Basic): US 4301355 A

Weld arc stability, puddle control and deposition rate are maximised, esp in out-of-position welding, for a given power level and a given feed wire electrode material of given dia., by (a) passing power from a constant current rapid response power supply to the feed wire electrode; (b) providing a current feedback signal corresp to the value of the current at the welding arc; (c) providing a voltage feedback signal corresp to the value of the voltage at the welding arc; (d) providing a current reference control signal at a given frequency and amplitude to modulate the power to provide a current varying between high and low output currents.

This is followed by (e) providing a pulse width modulator control signal corresp to the amplified difference between the current feedback signal and a current programmed signal; (f) controlling the pulse width of the current reference control signal with the pulse width modulator control signal to provide a constant current control mode of the power supply; and (g) controlling the feed wire electrode feed rate according to a signal corresp to the amplitude difference between the voltage feedback signal and a voltage programmed signal.

An extremely wide range of spray transfer performance, from very low power input welds to very high deposition rate out-of-position welds, is achieved in gas-metal arc welding, giving excellent quality welds with minimum spatter, process repeatability and arc stability

Abstract (Equivalent): GB 2081478 B

A method for maximising weld arc stability, puddle control and deposition rate on a work especially in but not limited to out-of-position welding for a given power level and given feed wire electrode material of given diameter, including the steps of: (a) passing power from a constant current rapid response power supply to the feed wire electrode; (b) providing a current feedback signal corresponding to the value of the current at the welding arc; (c) providing a voltage feedback signal corresponding to the value of the voltage at the welding arc; (d) providing a current reference control signal at a given frequency and given amplitude to modulate the power

to provide a current varying between a relatively high output current of the power supply and relatively low output current; (e) providing a pulse width modulator control signal corresponding to the amplified difference between said current feedback signal and a current programmed signal; (f) controlling the pulse width of said current reference control signal with said pulse width modulator control signal to provide a constant current control made of the power supply; and (g) controlling the rate of feed of said feed wire material in accordance with a signal corresponding to the amplitude difference between said voltage feedback signal and a voltage programmed signal.

Title Terms: GAS; METAL; ARC; WELD; CONTROL; MAXIMISE; ARC; STABILISED; PUDDLE; CONTROL; DEPOSIT; RATE; SPRAY; TRANSFER; MODE

Derwent Class: M23; P55; X24

International Patent Class (Additional): B23K-009/09; G05F-001/02

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): M23-D01A

Manual Codes (EPI/S-X): X24-B02X

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-52574

⑤ Int. Cl.³
B 23 K 9/12
9/10

識別記号

庁内整理番号
6378-4E
6378-4E

④ 公開 昭和57年(1982)3月29日
発明の数 3
審査請求 未請求

(全 12 頁)

⑭ ガス金属アーク溶接方法および装置

① 特 願 昭56-121769

② 出 願 昭56(1981)8月3日

優先権主張 ③ 1980年8月4日 ③ 米国(US)
③ 175357

⑦ 発 明 者 アンドリュウ・グレイ・キンブ
ロー
アメリカ合衆国カリフォルニア
州93065シミ・ノンチャラント
・ドライブ1177

⑧ 発 明 者 ロナルド・リチャード・ロサー
メル

アメリカ合衆国カリフォルニア
州91355バレンシア・ピア・ア
ンドラ23707

⑨ 発 明 者 ドナルド・ピーター・ビリー
アメリカ合衆国カリフォルニア
州93063シミ・アルスコット237
1

⑩ 出 願 人 ダイメトリクス・インコーポレ
ーテッド
アメリカ合衆国カリフォルニア
州91343セパルベータ・シヨエ
ンボーン・ストリート16630

⑬ 代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 ガス金属アーク溶接方法および
装置

2. 特許請求の範囲

1. 次の各工程、すなわち、

- (a) 急速応答定電流電源よりフィードワイヤ電極に電力を供給する工程、
- (b) 溶接アークにおける電流の値に対応する電流フィードバック信号を形成する工程、
- (c) 溶接アークにおける電圧の値に対応する電圧フィードバック信号を形成する工程、
- (d) 所定周波数および所定振幅の電流基準制御信号を形成し、これによつて電源の変調を行い電源より比較的の高いレベルの出力電流と比較的に低いレベルの出力電流の間に变化する電流を生じさせる工程、
- (e) 前記電流フィードバック信号と電流プログラム信号との間の差の増幅値に対応するパルス幅変調制御信号を形成する工程、
- (f) 前記電流基準制御信号のパルス幅を、前

記パルス幅変調制御信号によつて制御し、電力供給の定電流制御モードを形成する工程、

(g) フィードワイヤ材料の送給速度を前記電圧フィードバック信号と電圧プログラム信号との振幅差に対応する信号によつて制御する工程、

をそれぞれ含んでおり、特に限定はされないが定位置外溶接に適し所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極に対し溶接アークの安定性を確保し、溶融溜り制御および堆積速度を向上させたことを特徴とするガス金属アーク溶接方法。

2. 前記電圧フィードバック信号と前記電圧プログラム信号との間の差の増幅値に対応する付加的なパルス幅変調制御信号を形成する工程を含み、さらに選択的にこの付加的なパルス幅変調制御信号を用いて前記電流基準制御信号のパルス幅を制御し、供給電力の定電圧制御モードを形成する工程、並びにこの付加的

パルス幅変調制御信号が選択されたときは常にフィードワイヤ材料の送給速度を一定に維持する工程を含んでなる特許請求の範囲第1項記載の溶接方法。

3. 急速応答定電流電源よりの電力をこの電源とフィードワイヤ電極の間に設けた固体スイッチを開閉することにより所定周波数に比し高い周波数で通過させ、この電極に通過する電力パルスのパルス幅を前記電流基準制御信号と電流フィードバック信号との間の差に対応したレベルの信号によつて制御する特許請求の範囲第1項記載の溶接方法。
4. 供給電源の最大出力電流に対応する前記の比較的に高いレベルの出力電流と、比較的に低い出力電流をアークを維持するにちようど充分な値に調整し、定位置外溶接作業においても有効な堆積を維持し得るような金属スプレー転移特性を保たせ得るようにし、さらに前記所定周波数を所定の電力レベル並びに所定直径のフィードワイヤ電極材料に対しアーク

ムトーチオツシレータの位置に対し同期せしめる工程を設け、オツシレータの位置の関数として溶融溜りの制御を行うようにした特許請求の範囲第5項記載の溶接方法。

8. 次の各工程、すなわち、

- (a) 急速応答定電流電源よりフィードワイヤ電極に電力を供給する工程、
- (b) 溶接アークにおける電流の値に対応する電流フィードバック信号を形成する工程、
- (c) 溶接アークにおける電圧の値に対応する電圧フィードバック信号を形成する工程、
- (d) 所定周波数および所定振幅の電流基準制御信号を形成し、これによつて電源の変調を行い電源より比較的に高いレベルの出力電流と比較的に低いレベルの出力電流の間に变化する電流を生じさせる工程、
- (e) 前記電流フィードバック信号と電流プログラム信号との間の差の増幅値に対応するパルス幅変調制御信号を形成する工程、
- (f) 前記電流基準制御信号のパルス幅を、前

クの安定性を最も良くするような値に調節可能とした特許請求の範囲第1項記載の溶接方法。

5. 前記選択変調制御信号を前記所定周波数に比して低い周波数でピーク値とベース値に対応する値の間にパルス状にする付加的工程を設け、これによつて加工片を交互に溶融および冷却するようにし、この低い周波数およびパルス幅をそれぞれ調整可能とし、加工片底部に最適の貫通溶接が形成され、さらに溶融溜り制御およびこれらの両者を定位置外溶接においても最適値と成し得るようにした特許請求の範囲第1項または第2項記載の溶接方法。
6. 前記低周波数および溶接アークの加工片に対する移行速度を同期せしめる工程を有し、移行方向に沿つて連続する溶融パルスによる溶接間に一定の間隔を設けるようにした特許請求の範囲第5項記載の溶接方法。
7. 前記低周波数およびパルス幅をクロスシ-

記パルス幅変調制御信号によつて制御し、電力供給の定電流制御モードを形成する工程、

- (g) フィードワイヤ材料の送給速度を一定に維持する工程、

をそれぞれ含んでおり、特に限定はされないが定位置外溶接に適し所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極に対し溶接アークの安定性を確保し、溶融溜り制御および堆積速度を向上させたことを特徴とするガス金属アーク溶接方法。

9. (a) 電力を溶接ヘッドに供給し、溶接アークを形成する急速応答定電流電源、
- (b) 電流フィードバック信号を形成するアーク電流応答装置、
- (c) 電圧フィードバック信号を形成するアーク電圧応答装置、
- (d) 前記急速応答定電流電源に対し電流基準制御信号を発生しその電流を高レベルの出力電流と低レベルの出力電流との間に所定

周波数で変化するように変調するパルス幅変調器、

- (e) 電流プログラム信号を形成する装置、
- (f) 電圧プログラム信号を形成する装置、
- (g) 前記電流基準制御信号に対し電流プログラム信号と電流フィードバック信号との間の差の増幅値の関数としてパルス幅変調するパルス幅変調制御信号を発生する装置で、これにより前記電源より定電流制御を行う装置、

- (h) 前記電圧フィードバック信号と前記電圧プログラム信号との間の差の増幅値に対応する信号によつてフィードワイヤ電極の送給速度を制御する命令装置、

とをそれぞれ具えてなり、所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極材料に対し、特に定位置外溶接作業においてもアークヘッドと加工片の間の溶接アークの安定性を向上し、また加工片の溶融溜り制御および堆積速度を最大ならしめるようにした

て前記アーク電流を制御する装置を具えて成る特許請求の範囲第9項記載の装置。

- 12 前記高レベル出力電流が電源の最大出力に対応しかつその低レベル出力電流を溶接アークをちようど維持するような値に調節する装置を設け、これによつて定位置外溶接においても金属スプレイ転移特性を維持させ、さらに前記所定周波数を調整し前記所定電力レベルおよび所定直径のフィードワイヤ電極材料に対し最大のアーク安定度を得るようにした特許請求の範囲第9項記載の装置。

- 13 前記所定周波数に比し低周波で動作するパルス装置を設け、前記溶接モードスイッチはこのパルス装置に対し定電流制御モードの場合において第1に述べたパルス幅変調制御信号へ変調する装置を設け、定電圧制御モードの場合には付加パルス幅変調制御信号を変調するようにし、この低周波パルス変調によりパルス幅変調制御信号をピーク値とベース値の間の値に変調し、加工片を交互に溶融お

ことを特徴とするガス金属アーク溶接装置。

- 10 前記電流基準制御信号に対しパルス幅変調を前記電圧プログラム信号と前記電圧帰還信号との間の差の増幅の関数として行う付加パルス幅変調制御信号を発生する装置を設け、前記付加パルス幅変調制御信号を第1のパルス幅変調制御信号と取替え、これと同時に前記定速装置を前記指令装置と取替え、電源供給を定電圧制御モードとする溶接モードスイッチを具えて成る特許請求の範囲第9項記載の装置。

- 11 前記急速応答定電流電源は電力を溶接ヘッドに供給する固体スイッチを具え、さらにこのスイッチを前記所定周波数に比較して高い周波数で開閉する発振器と、前記電流基準制御信号と前記電流フィードバック信号との間の差にตอบสนองしてこの差によつて定まる信号レベルを形成する装置と、この信号レベルにตอบสนองし前記固体スイッチが前記高周波の各周期において閉じる時間長を制御し、これによつ

および冷却を行い、さらに前記低周波を調整し、定位置外溶接作業においても最適な作業片底部の貫通溶接と溶融溜り制御が得られるように構成した特許請求の範囲第10項記載の装置。

- 14 前記低周波数を調整する装置は、この低周波数を溶接アークの加工片に対する移行速度に同期するようにし、移行方向に沿つて生ずる連続した溶融パルスによる溶接間に一定の間隔を形成するようにした特許請求の範囲第13項記載の装置。

- 15 前記低周波数を調整する装置は、この低周波数をトーチクロスシームオツシレータの位置に対し同期させる装置を設け、オツシレータの位置の関数として溶融溜り制御を行うようにした特許請求の範囲第13項記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は一般に溶接作業全体に関するもので、とくに固体回路、またはトランジスタ化した供給電源を有するガス金属アーク溶接方式に関するものである。

ガス金属アーク溶接ではフィードワイヤ電極を使用する。電気アークがこの電極と加工片との間に生じ、一般に適当なカバー構造を用いてアーク中に不活性ガスを送給する。この不活性ガス中には或る程度の化学的に活性なガスが存する。

フィードワイヤ電極は加工片に向つて連続的に送給されるが、アークの高熱によつて溶融し、電極の金属が加工片となるベース材上に堆積し溶接部を形成する。

このような既知の技術において、もつとも好ましい金属の転移は“スプレイ転移”と呼ばれているものである。この種の転移においては、大きな電流密度とそれにより生ずる大なる同軸磁界並びに圧力、電極頭部とベース金属間の電圧傾度などが組合されて溶融金属粒子がフィードワイヤの端

部より放出され加工片へ向つて連続的に供給される。これらの粒子はアークを通じて送られ、加工片に形成される溶融溜りに衝突する。この溶融溜りを正しく制御しないとその大きさが過大となり、定位置外（溶接トーチが垂直位置以外の位置）溶接ではスプレイ転移モードを維持するのが難しくなる。例えばパイプの周囲を溶接する場合、重力の作用によつて溶融溜りが不所望に流れ出すことがある。

また電流密度を減少させてゆくと、フィードワイヤの端部より金属を放出させるに不十分な値となり、金属は溶融したドロップレット（滴）を形成する。このドロップレットはその大きさを増し、その重量によつてワイヤより離れ溶融溜りに向つて落下する。この溶融溜りにドロップレットが衝突すると溶接部位に溶融金属の飛散（スプラッシュ）が生ずる。このような擾乱作用はトーチと加工片の周に余分な飛散が集つて、冷間ラップを生じ溶接品質を低下させる。

さらに使用する電流密度を低下させると、フィ

ードワイヤ電極はドロップレットが形成されるよりも早く溶融溜りに向つて移動する。その結果金属の転移は生ぜず、遂にはフィードワイヤの端部のドロップレットと溶融溜りとが物理的に接触する。この点で短絡が生じアークは消え、一般に用いられる定電圧電源より過大なる電流サージが生ずる。従つて短時間でフィードワイヤは溶融し、ついには溶断するに至る。

この溶融作用で再びアークが生じ電流は初めの低電力レベルに戻り、全体の動作が繰返えして行われる。この動作は200 Hz迄の周波数で生じ得る。この動作は従来短絡回路アーク動作として知られている。この短絡回路アーク動作では溶融溜りが小さいので定位置外溶接の場合には極めて有用なものである。しかし一方この短絡回路アーク動作では堆積速度が低く、一般に多孔質部分が生じまた冷間ラップが生ずることにより溶接品質は低くなる。

以上に述べた欠点の一部は定位置外溶接に対してパルススプレイ転移モードとして知られている

最近の半導体応用技術によつて解決することができ。その要旨は供給電源出力を60 Hzまたは120 Hzの何れかでパルス化するものである。このような条件下では、点弧アークを保持するに丁度充分な値に調整したdc基準レベルの出力を電源より発生させれば良い。この基準レベルに対し60または120パルス/秒の高出力レベルパルスを重畳する。このパルスにより生ずる大電流密度によつて金属粒子はスプレイ転移モードで放出される。このパルスを除くと金属転移は終り、次のパルスまで低電力アークが維持される。

この工程によると交互冷却により溶融溜りの制御ができ、定位置外溶接が容易に行われる。これによると多くの短絡回路アーク工程の欠点はカバーされるが、得られる堆積速度は比較的に低いものである。

すべての場合において基本的な問題はアークの安定性である。もしアークの安定化を得るための何等かの手段があれば、他の制御工程を容易に行うことができ、定位置外溶接においても溶融溜り

の制御および堆積速度を最大になし得る。

上述したような現状に鑑み、本発明は従来の方法および装置を遙かに改良したものを提供し、特にアークの安定性を充分に高め、かつ溶融溜り制御と堆積速度を所定の電力レベルおよび所定直径の所定のフィードワイヤ電極材料に対しても定位位置外溶接作業でこれが最適にできるようにし、従来既知の溶接方法および装置を遙かに改良しようとするものである。

本発明の要旨を簡単に説明すると次の如くである。

急速応答定電流電源よりフィードワイヤ電極に電力を供給する。

溶接アークにおける電流値およびその電圧値にそれぞれ対応する電流および電圧フィードバック信号を形成する。

所定周波数および所定振幅の電流基準制御信号によつて電源の変調を行い電源より比較的の高いレベルの出力電流と比較的に低いレベルの出力電流の間に变化する電流を生じさせる。

とベース値との間に変動するパルス化し、加工片の溶融と冷却が交互に行われるようにする。この低周波数を可変とし、特に定位位置外溶接において「溶融」と「冷却」を交互に行い最適の加工片底部への貫通溶接と、溶融溜り制御とを可能とする。

第1図は溶接ヘッド10を略図的に示す。このヘッドには所定の直径dを有するフィードワイヤ11を設けてある。このフィードワイヤ11を囲んで接触管、または他の電流伝達装置、例えばブラシ12を設け、以下に詳細に説明するように適当な電流供給源より電気供給を行う。ガス金属アーク溶接工程においてはフィードワイヤ11は電極として作用し、溶接工程中順次消耗してゆく。

溶接ヘッド10の下側には加工片13を図示してある。この加工片は1例として溶接により連結すべきパイプの端部とする。このような場合、銑合する各パイプの端部にはそれぞれテーパを設け、その外側形状がV形溝状となるようにしこの箇所溶接を行う。

溶接アークは電極11の頭部と加工片13の間に形

成され、図においてはこれを14で示す。このアークの特徴は矢印15で示すようなアーク電流が流れ、さらに矢印16で示すようなアーク電圧を有するものとする。この電圧は接触管12と加工片13の下側端部と加工片13の表面の間で測定する。

このモードにおいてはフィードワイヤ材料の送給速度を前記電圧フィードバック信号と電圧プログラム信号との振幅差に対応する信号によつて制御する。

さらに本発明の好適モードにおいては、その方法は、次の各工程を含む。

前記電圧フィードバック信号と前記電圧プログラム信号との間の差の増幅値に対応する付加的なパルス幅変調制御信号を形成する。

選択的にこの付加的なパルス幅変調制御信号を用いて前記電流基準制御信号のパルス幅を制御し、供給電力の定電圧制御モードを形成する。この付加的なパルス幅変調制御を選択したときはフィードワイヤの送給速度は一定となる。

さらに他の特徴においては、所定信号に比して低い周波数で選択した変調器制御信号をピーク値

成され、図においてはこれを14で示す。このアークの特徴は矢印15で示すようなアーク電流が流れ、さらに矢印16で示すようなアーク電圧を有するものとする。この電圧は接触管12と加工片13の下側端部と加工片13の表面の間で測定する。

このアーク自体はプラズマ部分を有しており、略図で示すように小金属粒子が電極11の頭部より放出され加工片のV形溝内に溶融金属の溜り17を形成する。

第1図に略図で示した例においては溶接工程はパイプの銑合した端部の周において進められていくので、ヘッドは図面の面に対し移動しかつパイプ端部の周を囲んで移動する。パイプを固定位置に保持し、溶接ヘッド全体をその銑合縁部のまわりに移動させ進行させる場合に、溶融溜り17があまり大きいとこれは流れ出したりまたは不安定の状態となり、特に定位位置外溶接（トーチが垂直下向以外の溶接をいう）作業の場合において、溶接ヘッドがパイプの側部の上側に位置したり、または実際上パイプの下側に位置するような時にこれ

が生ずる。

さらに第1図には互いに溶接すべき加工片の底部11を示してあり、パイプ端部を互いに溶接する場合正しい溶接工程ではこの底部にまで溶接作用が進行しかつこれを突き抜けて進み實際上パイプの衝合している内側円周部分には17で示すような小さな溶接ビードが生ずるようになる。

電流を増加させるとすなわち溶接アークにより多くの電力を供給すると溶接工程中この貫通作用が増大する。また過大な電力によつては過大な貫通(抜け落ち)が生じ、衝合端部を完全に溶融させ穴を形成し、溶融溜りはパイプの内側に落下する。また溶接アークの電力があまりに小さいと溶接端部の完全な溶融または充分な貫通溶接を生ぜず、溶接の力の弱い部分が生ずる。すなわち溶融溜りの制御は単にその位置を保つのみでなく、最適な底部の貫通を達成するためと正当な溶接品質を得るため極めて重要な問題である。さらにこれに加えて加工片に向つてフィードワイヤを如何にして送り出して行くかという方法は使用する溶接

第4, 5, 6図はショートアーク転移モードを順次に示すものであり、この場合電流密度はさらに減少しフィードワイヤ11の端部に形成されるドロップレットが充分大きな寸法となつて分離することなくフィードワイヤ自体が溶融溜り17に接触する状態を示す。

第4図は電極11の端部にドロップレットが形成される状態を示す。第5図は寸法が増加したドロップレット22が溶融溜り17に正に接触しようとする状態を示す。この接触点において上述した如く短絡回路によるサージ電流が生じ、かく生ずる電流により金属を瞬間的に溶融または気化し、第6図に23で示す如くアークが再び形成される。この“短絡アーク”転移モードはかなり小さくかつ制御可能な溶融溜り17を形成するので、定位置外溶接においては有効に利用される。しかし一方において上述した如く堆積速度が比較的遅い。

第7図ないし第6図についての以上の説明により理解されるようにアークの電流または電圧或いはこれら両者を正しく制御すればアークの消滅ま

モードに応じて特に重要なものである。矢印24でこのフィードワイヤの進行を示し、その進行速度は以下にさらに詳細に説明する如く定電流制御モードの動作においてはこれを可変とし、定電圧制御モード動作においてはこれを一定のものとする。

第2図にはさらに他の動作モードにおける転移領域を示す。この例では第1図に示したスプレイ転移モードの電流密度を遙かに小さくし、金属がスプレイとしては放出されず電極11の端部にドロップまたはドロップレット(滴粒)21として管に集合する傾向を生ずる状態を示す。このドロップは電極11が加工片に向つて進行するとその寸法が増加する。

第3図はドロップ21がさらに大きな充分大なる寸法となり電極の端部を離れ重力によつて加工片内の溶融溜り17に落下する状態を示す。この場合溶融金属の飛散(スプラッシュ)が生じ、一般に上述したように溶接品質の劣化が生ずる。従つてこのようなドロップレット転移はできるだけ避けるようにする必要がある。

たはドロップレットの形成およびこれに伴う不利を来することなく最大の堆積速度を達成し得る金属転移を得ることができる。さらにこのような制御を有効に行うことができるならば定位置外の溶接作業において急速な高度の金属堆積を確保することができ、しかも高品質の溶接が得られる。

上述したように本発明は溶接ヘッドに対する溶接電力を制御し、極めて安定なアークを得るようにするものである。本発明においては他の種々の制御をこれに加えて行い、必要な溶融溜りの制御を最適とし、かつ溶接作業の堆積速度を最大とし、特に定位置外溶接作業に適するものを提供するにある。

第7図は上述した制御を行うガスアーク溶接装置の基本的ブロックダイアグラムを示す。第7図においてアーク溶接ヘッド、電極材料、加工片、アーク並びに接触管は全て第1図ないし第6図に使用したと同じ番号で示してある。接触管12を通じる電極材料11の移動は24に示す適当な供給ローラにより行われ、この電極自体は供給リール25よ

り供給を行う。

本溶接装置自体はブロックAで示す急速応答定電流電源を有し、導線24および27を通じ溶接アーク14を形成する電力を供給する。溶接アーク14における電流および電圧値に対応する値を有する電流および電圧フィードバック信号をそれぞれ導線25および26を通じて導出する。

急速応答定電流電源Aよりの第1の電力伝達制御はブロックBより出力線30を通じ周波数、振幅、パルス幅をそれぞれ制御し得る電流基準制御信号によつて行う。以下に詳細に説明するようにこの電流基準制御信号は、供給電力の比較的に高い出力電流と比較的に低い出力電流の間に変化する電流を生ずるよう電源電力を変調する。高い方の出力電流は電源の最大出力電流より僅か下の値に対応するよう選択し、低い方の出力電流は溶接アークをちょうど維持するに十分な値に調節し、^{置外}定位溶接において有効な堆積速度が得られるようにかつ金属スプレイ転移特性が得られるように選択する。これを換言すると電流をこのように変調する

上のパルス幅変調制御信号はこの電流フィードバック信号と電流プログラム信号の差を増幅したものに对应する。

スイッチ接点32は三連スイッチの1つであり、他の2つの接点は33および34で示す。これらの連動スイッチの全体を溶接モードスイッチと称する。各スイッチ接点の実線で示す位置においてこれらの接点はCCODWで表わす端子に位置する。この記号CCODWは(Constant Current on Demand Wire Feed)、すなわち与えられたワイヤ供給速度に対し定電流制御を行うことを意味する。この位置においてブロックCは一般のパルス幅変調制御信号を供給し、供給電力は定電流制御モードで動作する。

スイッチ接点32, 33, 34の他の位置を記号CVCWで示す。この記号CVCWは(Constant Voltage Constant Wire Feed)、すなわち一定ワイヤ供給速度において一定電圧の制御を意味する。スイッチ接点がこの位置においては導線31上に生ずるパルス幅変調制御信号はブロックDより算出され

ことにより従来行われているようなパルススプレイ転移モードが形成されるが、有効振幅およびパルス幅はこれらを自動的に制御し、最適な値とし、かつスプレイ転移特性を維持し得るようにする。またこれと同時にこの電流基準制御信号を60または120 Hzに限定することなく、40 Hzより999 Hzの全ての値に微細調節し得るようにし、所定の与えられた直径の定まつた特定の供給ワイヤを使用するある特殊の溶接作業に対し、適当な値に同調し得るようにすることが重要である。

第7図ブロックBより生ずる電流基準制御信号は導線31を通じるパルス幅変調制御信号によつてそのパルス幅の制御を行う。このパルス幅変調制御信号はスイッチ接点32を通じブロックCより導出する。ブロックCは定電流ループ増幅器であり、溶接パラメータの1つを構成する電流プログラム信号をセットする装置を有している。さらにこのブロックCは導線27を通じ電流フィードバック信号を受信する。

スイッチ接点32が図示の位置にある場合導線31

る。ブロックDは定電圧ループ増幅器より成っており溶接パラメータの1つを構成する電圧プログラム信号をセットする装置を含んでいる。このブロックDは導線29を通じ電圧フィードバック信号を受信する。

スイッチ接点32がCVCW端子に位置するときは導線31上のパルス幅変調制御信号は電圧フィードバック信号と電圧プログラム信号の差を増幅したものに对应する。

スイッチ接点33はフィードワイヤ材料の各位置においてこれを供給する速度を制御する作用を行う。スイッチ接点33が実線で示す如くCCODW(所定ワイヤフィード速度における定電流制御) 位置においてはこのワイヤ供給速度はブロックEで制御される。このブロックEはブロックDよりの電圧プログラム信号と導線29上の電圧フィードバック信号の差に対応する信号を形成する。

スイッチ接点32, 33がCVCW位置に切換えられた場合、すなわち定速供給定電圧動作モードを行うときは、スイッチ接点33はブロックFよりの信号

を供給され、一定のワイヤ供給速度を構成する。この場合においてブロックEまたはブロックFよりのいずれかの信号がスイッチ接点33の位置に応じブロックGで示すワイヤ供給速度制御サーボに至り、これによつてフィードローラ24の駆動モータMの速度を制御する。タコメータTよりのフィードバック信号が図面で矢印で示す如くブロックGで受信される。

溶接モードスイッチの上述した第3スイッチ接点34は選択変調制御信号を所定周波数に対し低い周波数でパルス化する。このアーク電流またはアーク電圧がピーク値とベース値の間でパルス化され、加工片は溶接アークにより交互に溶融および冷却が行われる。

以下にさらに詳述するようにこの低周波は最適の底部貫通溶着溶接を生じ、かつ定位置外の溶接作業においても最適の溶融溜り制御が可能ないように選択し、さらに溶接ヘッドの移行速度を調節して連続して生ずる溶接の溶融部が一般にごく僅かずつ重なり合い、かつ一定の間隔だけ連続的に離

本発明の好適実施例においては第7図においてブロックAとして説明した急速応答定電流電源は第8図の詳細図に示すように非制御電源35を有し、これにより36で省略してスイッチの記号を用いて示した固体スイッチを通じ溶接ヘッドに電流を送る。スイッチ36は上述の所定周波数に対し比較的に高い周波数を以つて開閉するようにし、第7図において導線30を通ずる基準電流制御信号よりも高い周波数でこれを送出する。この高い周波数は例えば16 KHzである。発振器自体はブロック37で示し、38に示したような三角形波出力を生ずる。

導線28上のこの電流フィードバック信号を第8図示のシャントおよびバッファ増幅器より導出する。加算回路39および増幅器40を有する装置を設け、これによつて上述の導線30に生ずる電流基準制御信号とバッファ増幅器よりの電流フィードバック信号間の差を検出し、この差によつて信号レベルを決定する。比較回路41が発振器37よりの出力を受信しこの信号レベルに応じ各高周波の周期において固体スイッチ36の開じる時間長を定め、

れるようにするか、あるいは既知の米国特許第4,019,016号に記載されたと同様な方法でトーチオツシレータ(首振り装置)の位置に対し同期させてこれを移動させる。

以上の全ての記載において溶接作業者は溶接モードスイッチの選択によつてパルス幅変調制御信号を選択して、定電流制御モードまたは定電圧制御モード動作に電力供給を行い、これらの場合フィードワイヤの供給は各選択モードに対応して自動的に選択され最適のモード動作を行う。さらに定電流ループ増幅器Cよりパルス幅変調制御信号が導出されるか、または定電圧ループ増幅器Dよりこれが導出されるかはスイッチの何れかの位置においてブロックHよりの低周波パルス制御により必要により自動的にこれを行うようにすることができる。

第8図においては第7図に示した各ブロックを大きくして点線で示し、同じ符号を用いて示してある。さらに同じ素子については同じ番号を用いて示してある。

これによつてアーク電流を制御する。上述の如く高周波によつて溶接ヘッドに供給されるこのような電流のパルス幅変調により、所望の極めて急速な応答特性を有する電力供給ができ、アークの変化が生じたときに供給電流は急速に変化する。これを検出すると電流フィードバック信号により加算回路39に送り返される電流の全ての急速な変化はこの加算回路によつて受信される電流基準制御信号と比較され、信号レベルに急速に反映されスイッチ36のデューティサイクル(断続率)を変化させ、これによつてパルス幅またはスイッチ36が閉じる時間長を変化させ、上述のような変化を打消すように動作する。このようにして変化した電流信号は次いで加算回路39に帰還され、正しい電流制御がこのフィードバックループを通じ行われる。

第8図のブロックAの下側にはブロックBの各素子が示してあり、これにより導線30を通ずる電流基準制御信号を形成する。

ブロック42は常時電源の最大出力への接近を示

し、その大電流出力が電源の最大出力であることを表示する。この表示においては電源の実際の最大出力値より僅かに低い出力電流をも含むものとする。またブロック4は電源よりの低出力電流を表わし、これは溶接装置の可調整入力パラメータであり、上述した如く、溶接アークの維持には小さな値で充分であるがもつとも適当な値に調整する。

第7図について説明した発振器ブロック45の所定周波数を調整可能とし、特定の溶接作業の条件に適合するものとし、また所定直径のフィードワイヤ材料に対し適合するものとする。すなわち特定の溶接作業に対し最適な溶接品質を得るために適合調整を行い得るものとする。この所定周波数は例えば40ないし999 Hzとする。

ブロックBに略図的に示したように発振器45よりの出力は46に示す如く三角形波であり、この波がスイッチ接点32が図示の如くOODW位置にある場合はブロックCよりの導線31上のパルス幅変調制御信号と比較する。

電圧プログラム信号は側路導線を經てさらに加算回路52に至りこの回路には導線21上の電圧フィードバック信号を供給する。これら2つの信号の間の差を増幅器53で増幅し、OODW位置にあるスイッチ接点33を通じブロックG内のワイヤフィードサーボに供給する。このサーボは加算回路54を含み、これによつてブロックEよりの信号とワイヤローラ駆動モータMのモータのタコメータTより導線22を通じて送られるタコメータのフィードバック信号との差を形成する。この差信号を増幅器56内で増幅し、さらに増幅器57でこれを増幅し、導線23を介してモータMを動作させるに充分な出力とし、これによつてフィードローラ24を制御する。かくの如くして電極材料11に対するワイヤフィード(送給)速度がダイヤモンド(所定)ワイヤフィードブロックEおよびワイヤサーボブロックGにより自動的に制御される。

スイッチ接点32, 33をOVCW端子に切り換えたときはワイヤ送りは定速度ワイヤフィード制御回路58により一定に保たれる。この回路はスイッチ

第8図の下側において、ブロックCで形成される電流プログラム信号を47で示し、またブロックD内で形成される電圧プログラム信号を48で示す。既に説明したようにこれらの信号の各々は溶接入力パラメータである。

ブロックCにおいてこの電流プログラム信号を加算回路49内で導線21上の電圧フィードバック信号に対し加算し、増幅器50に対する差信号としてこれに供給し、さらにこれよりスイッチ接点32を介し導線31に送り出す。この特定の信号レベルを比較回路51内で三角形波46と比較し、スイッチ46を動作させ、導線31上の信号のレベルに応じ各周期に対し400 A(アンペア)位置にこのスイッチを保持する時間長を定める。これを換言すると発振器45に対し急速応答電源制御スイッチ36について説明したと同様なデューティサイクル制御を行う。しかしこの場合においては定電流電源の高周波発振器の周波数よりも遙かに低い周波数でこれを行う。

再び第8図の下側において、ブロック48よりの

33を通じワイヤサーボブロックGに対し一定の信号を送出する。この場合導線31上のパルス幅変調制御信号はブロックDより導出される。この信号はブロック48よりの電圧プログラム信号と導線21を介して伝えられる電圧フィードバック信号との差を加算回路52により取り出し、増幅器60で増幅して得られたものである。第7図の基本的ブロックダイアグラムについて述べたようにスイッチ接点32および33がOVCW端子位置にある場合には供給電源は定電圧制御モードとして動作し、またこれらスイッチ接点が実線で示したようにOODW位置にある場合には電源は定電流制御モードとして動作する。これらの何れの動作モードを選択するかは溶接モードスイッチにより選択することができる。

第7図においてのべた低周波パルスブロックHの詳細を第8図につき説明する。第8図に示すようにこのブロックHはベース値に比較してパルスのピーク値を形成するパルス増幅制御回路61を有している。溶接モードスイッチの位置に応じて

このピーク値は加算回路49によりブロック61よりのパルス振幅信号とブロック47よりの電流プログラム信号を加算して加算回路49で形成するか、またはブロック61よりのパルス振幅信号とブロック48よりの電圧プログラム信号を加算回路49で加算して形成する。またこれと同様にベース値は62で示した零または大地レベルを電流プログラム信号または電圧プログラム信号の何れかに加算してこれを形成する。従つてベースレベルは電流プログラム信号または電圧プログラム信号の何れかと等しくなる。スイッチ接点63を駆動しピーク位置とベース位置との間において所望の低周波振動で移動するようにし、発振器64の制御によりこの低周波は0.5ないし20 Hzの間に変わり得るようにする。このパルス振幅はブロック61において調整し得るのみでなくパルスのデューティサイクルまたはパルス幅のブロック65によつて制御することができる。このブロック65は低周波発振器64よりの三角形状波と共働し、これをスイッチ接点63に至る比較回路66に供給する。低周

第10図は第9図に示した電源より溶接ヘッドに供給される電流の制御に使用する電流基準制御信号を示す。この電流は高出力値例えば400 A (アンペア)と低電流出力値すなわちアークを維持するに充分な電流に対応する出力値の間にパルスを行い、これらの値をそれぞれ72および73で示してある。上述の如くその周波数自体は40-999 Hzの間に調整可能とする。振幅の矢印A, A', A''で示すように順次最低アンペアレベルまで一連の値に調整可能とする。

終わりにブロックCおよびDにより供給される出力電流または電圧制御ループ増幅器によるこの電流基準制御信号のパルス幅変調を第10図に点線で示してある。すなわち通常のパルス幅をWで示した実線の如くとすると増加したパルス幅はW'の如くであり、電流を減少させるときのパルス幅はW''で示す如くである。

第7図および第8図においてブロックHにより行われた低パルス周波数の選択的付加を第11図に示し、この低周波パルスは74および75で示すビ

波パルスを上記の溶接ヘッドの移動速度と同期させたい場合にはスイッチ67を切換え、低周波発振器の出力周波数をブロック68aで示されている移動速度(TVL SYNC)と同期せしめる。また低周波パルスを発振器位置に対し同期させることを望む場合にはスイッチ67を68bで示す発振器同期(OSC SYNC)位置に切り換える。この発振器同期のさらに具体的な例については米国特許第4,019,016号に記載してある。

上述した各回路の動作を第9, 10, 11図についてその全体を説明する。

第9図はブロックAの急速応答電源のトランジスタスイッチ36のデューティサイクルすなわちその開および閉のサイクルを略図的に示すものである。すでに述べた如くこの開閉は高い周波数例えば16 KHzで行われる。例えば1例としてパルス69は通常電流を表わす。電流を増加させるべきときは70に示す如くパルス幅を増加させ、また電流を減少させる必要のある時は71に示すようにパルス幅を減少させる。

ーク値およびベース値の間で生ずる。連続して生ずる場合においては過大である出力レベルとこれより低い出力レベルの間に電力レベルを交互に変えることによつて溶融溜りの寸法はその粒が曲がつて落ち始めそうになるものよりやや低い出力レベルに下がつて冷却され、引き戻され収縮するような形となる。この作用によつて溶接の全ての位置、すなわち水平、上向き等の位置においても高品質を維持しながら最大の堆積速度を得ることを可能とする。本発明においては第10図に関し説明したように電流基準制御信号を広く制御することにより溶接工程の大なる安定度が得られ、このため上述の如く低周波パルスを利用することを可とする。

以上説明した本発明による利点および特徴を要約すると次の如くとなる。

- (1) 電流基準制御信号により変調する最大出力電流を供給電源の最大出力値にセットすることにより各大出力電流パルスによつてこのパルスの持続時間中高密度のスプレイ転移が行われる。

またこのセットの下限においては上述の如く低電流出力または最少アンペアパラメータを調整できるので変調パルスの間においてアークを信頼度高く保持することができる。これらの調節によつて従来の装置によつて得られたものと比較するとき、同等の堆積速度を得るために本発明によつては20~30%低い電力レベルによつてスプレイ転移を得ることができる。

- (2) 変調周波数の選定により、すなわち電流基準制御信号の所定周波数を溶接パラメータとして調節できることによりこの変調周波数を特定の種類の溶接作業、特定の電極材料およびその直径に對し対応させて“同調”(適合)させることができるので溶接工程の安定度が增加する。
- (8) 上述の如く工程の安定度が得られるので溶接の溶融溜りの制御に對し低周波パルス動作を使用し得るため可視制御においてかつ全ての溶接位置に對し金属的に高品質の溶接を保持しながら最大の堆積速度を得ることができる。

本発明の好適な実施例においては3つの個別

のパルス幅変調を互いに組合わせて使用するものである。すなわちこれを要約すると次の如くである。

- (1) 急速応答電源電流の制御に16 KHzのパルス幅変調周波数を使用する。
- (1) 溶接作業、電極直径およびその組成に對する転移特性を得るためと作業の安定化を計るための“同調”に對し40-999 Hzのパルス幅変調周波数を使用する。
- (4) 定位置外溶接作業における溶融溜りの制御に對し、1/2~20 Hzのパルス幅変調パルス周波数を使用する。

上述の全ての要素を組合わせ集積化した自動溶接装置に組込むときは極めて低い出力の溶接より定位置外作業における極めて高い堆積速度まで非常に広い幅においてスプレイ転移機能を達成することができ、これらの全ての場合において最大公約数的にスラッター(飛散)が極めて少ない高品質が得られ、かつ工程の反復特性も良く、またアークの安定性のよい作業が可能となる。

4 図面の簡単な説明

第1図ないし第6図は本発明を理解する上で基本的知識として必要なガス金属アーク溶接における種々の金属転移モードを示す略図、

第7図は本発明を実施する装置の各構成部分の概略を示すブロックダイアグラム、

第8図は第7図の各ブロック内のさらに詳細な構成の一部を示す詳細化したブロックダイアグラム、

第9図は溶接ヘッドに制御電力を供給する一例として電源供給に固体トランジスタスイッチを用い、その開閉にパルス幅変調を用いる状態を説明する図、

第10図は溶接ヘッドに供給する電力の一制御因子として用いる電流基準制御信号の波形を示す図、

第11図は溶接出力の低パルス周波数制御を示す他の波形図である。

10…溶接ヘッド、11…フィードワイヤ、12…接触管、13…加工片、14…アーク、17…溶融溜り、21、22…ドロップ、A…定電流電源、24…ワイヤ

ドローラ。

特許出願人 ダイメトリクス・インコーポレーテッド

代理人弁理士 杉 村 曉 秀

同 弁理士 杉 村 興 作

